

**INTERAKSI JENIS PENUTUP DENGAN LAMA PAPARAN SINAR MATAHARI
TERHADAP SUSUT BOBOT, KANDUNGAN KAROTENOID DAN VITAMIN A
WORTEL (*Daucus carota* L.)**

Desy Wulan Triningsih*, Erma Prihastanti*, Sri Haryanti*

*Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan
Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

ABSTRACT

Carrots (*D. carota* L.) are root vegetable and the source of carotenoids. Careless handling during post-harvest such letting carrots exposed to sunlight leads to damage in carrots. Those effects can be reduced by covering treatment. This study aimed to determine the interaction between cover type and duration of sun exposure on the wet weight, carotenoids and vitamin A content of carrots. Local carrot cultivar in Sidomukti Village, Bandungan, Semarang were studied. The study conducted at the Laboratory of Plant Physiology, FSM, Diponegoro University. The experiment was laid out in Complete Randomized Design (factorial) with two factors: cover type (P) and duration of sun exposure (T). Data were analyzed for ANOVA, followed by Duncan's test (95% confidence level). Wet weight, carotenoids and vitamin A content were recorded. The results showed the cover type and duration of sun exposure influence the wet weight, carotenoids and vitamin A content of carrots. Duncan test results showed significant differences. Losses can be reduced by aluminum foil cover and not exposed carrots to sunlight. Impenetrable cover should be used and exposure to the sun should be avoided for more than 6 hours after harvest to enhance carrot qualities retention.

Keywords: carrots (D. carota L.), cover type, sunlight, weight loss, carotenoids

ABSTRAK

Wortel (*D. carota* L.) merupakan sayuran dengan kandungan karotenoid tinggi. Penanganan pascapanen yang kurang tepat seperti membiarkan wortel terpapar sinar matahari yang mengakibatkan kerusakan pada wortel. Semakin lama wortel terpapar sinar matahari, maka semakin banyak kerusakan yang terjadi. Kerusakan dapat dikurangi dengan memberikan penutup. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi jenis penutup dengan lama paparan sinar matahari terhadap bobot basah, kandungan karotenoid dan vitamin A wortel. Wortel yang digunakan adalah wortel varietas lokal Desa Sidomukti Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang. Penelitian dilaksanakan di laboratorium BSF Tumbuhan Jurusan Biologi FSM Undip. Rancangan penelitian menggunakan RAL pola faktorial dengan dua faktor: jenis penutup (P) dan lama paparan (T). Analisis data menggunakan ANOVA dilanjutkan dengan uji Duncan (taraf kepercayaan 95%). Parameter penelitian meliputi bobot basah, kandungan karotenoid dan vitamin A. Hasil ANOVA menunjukkan jenis penutup dan lama paparan sinar matahari berpengaruh terhadap bobot basah, kandungan karotenoid dan vitamin A wortel. Hasil uji Duncan menunjukkan perbedaan yang nyata. Susut bobot dan kerusakan karotenoid dapat ditekan pada wortel yang ditutup dengan aluminium foil dan tidak terpapar sinar matahari. Penutup yang tidak tertembus sinar matahari perlu digunakan untuk menghindari kerusakan. Wortel setelah dipanen sebaiknya tidak dipaparkan di bawah sinar matahari lebih dari 6 jam agar kerusakan tidak semakin banyak.

Kata kunci: wortel (D. carota L.), penutup, sinar matahari, susut bobot, karotenoid

PENDAHULUAN

Wortel merupakan sayuran berupa umbi akar dengan kandungan karotenoid tinggi yang menyebabkan umbi berwarna oranye. Karotenoid mengandung prekursor vitamin A untuk menjaga kesehatan mata. Karotenoid merupakan kelompok pigmen yang berwarna kuning, oranye, merah oranye, serta larut dalam minyak. Salah satu kandungan wortel, β -karoten dipandang dari struktur kimianya mampu menangkap radikal bebas sehingga dikenal sebagai antioksidan (Asgar & Musaddad, 2006; Hamilton *et al.*, 1997). Isu diversifikasi pangan yang semakin marak menjadikan wortel juga dipilih sebagai salah satu bahan suplemen makanan karena manfaat karotenoid yang tinggi tersebut.

Kualitas wortel ditentukan oleh perlakuan pascapanen mulai dari petani hingga pedagang. Santoso (2007) menyebutkan pascapanen adalah periode yang dilewati oleh organ panen setelah pemetikan (dipanen), setelah memasuki periode tersebut akan mengalami perubahan metabolisme akibat terlepas dari tanaman induk dan perubahan lingkungan yang dihadapi.

Perlakuan pascapanen wortel di Indonesia kurang memadai, terlihat pada petani yang mengumpulkan dan membiarkan wortel terpapar sinar matahari ketika panen. Selain itu, di pasar tradisional para pedagang

seringkali menggelar wortel di tempat tidak beratap dan terkena sinar matahari secara langsung. Paparan sinar matahari mengandung radiasi UV yang dapat menimbulkan kerusakan. Hollósy (2002) membagi sinar UV menjadi tiga rentang panjang gelombang yaitu UV-C (200-280 nm) yang sangat berbahaya untuk organisme, UV-B (280-320 nm) $\pm 1,5\%$ dari total spektrum, tetapi dapat menginduksi berbagai kerusakan pada tanaman, UV-A (320-400 nm) menunjukkan $\pm 6,3\%$ dari radiasi matahari dan memberi pengaruh sedikit dari radiasi sinar UV. Pigmen fotosintesis seperti klorofil dan karotenoid dapat terdegradasi karena paparan UV dari sinar matahari (Pfündel *et al.*, 1992).

Sinar matahari memiliki intensitas dan panas yang tinggi yang dapat mengakibatkan kerusakan pada wortel. Jika wortel dipaparkan di bawah sinar matahari semakin lama, maka semakin banyak pula kerusakan yang terjadi.

Kandungan wortel segar diantaranya air, protein, karbohidrat, lemak, serat, abu, mineral, vitamin (A, B1, dan C), dan pektin (Dalimartha, 2001). Sinar matahari juga mempengaruhi temperatur dan kelembaban lingkungan yang menyebabkan perubahan pada wortel terutama kehilangan air yang mengakibatkan penyusutan bobot serta berkurangnya kandungan penting wortel seperti karotenoid dan vitamin A.

Salah satu upaya untuk melindungi wortel dari kerusakan akibat paparan sinar matahari yaitu memberikan penutup. Penutup yang sering dijumpai berbahan *polypropylene*. Anonim (2013) menyebutkan bahwa *polypropylene* bersifat tahan terhadap sobekan, asam dan basa, serta pelarut organik, tetapi kurang tahan terhadap sinar UV. Penutup dari bahan aluminium foil digunakan sebagai model penutup yang tidak dapat ditembus sinar matahari. Suyitno (2007) mengatakan bahwa sifat aluminium tidak tembus cahaya dan tidak terpengaruh sinar matahari. Pengaruh jenis penutup yang digunakan selama wortel dipaparkan di bawah sinar matahari dan interaksinya dengan lama paparan dipelajari dalam penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis penutup dan lama paparan sinar matahari terhadap susut bobot, kandungan karotenoid dan vitamin A wortel serta mengetahui jenis penutup dan lama paparan sinar matahari yang dapat menekan susut bobot, pengurangan kandungan karotenoid dan vitamin A wortel.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat (petani, pedagang dan konsumen) bahwa paparan sinar matahari dapat menurunkan kualitas wortel dengan menyebabkan susut bobot, serta berkurangnya kandungan

karotenoid dan vitamin A, sehingga penanganan pascapanen yang tepat akan menghasilkan kualitas wortel yang maksimum.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2013, meliputi survei area penelitian dan pengambilan sampel dilakukan di Desa Sidomukti Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang serta perlakuan pemaparan, penimbangan, dan penghitungan kandungan karotenoid total sampel dilakukan di Laboratorium BSF Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, Semarang. Kandungan vitamin A dianalisis di Wahana Laboratorium, Semarang.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah wortel varietas lokal, aseton 80%, *polypropylene*, dan aluminium foil. Alat-alat yang digunakan diantaranya spektrofotometer digital Shimadzu 1240, kamera digital, *box*, kuvet, mortar dan pestel, tabung reaksi, corong, gunting, kertas saring, timbangan digital, lux meter, termohigrometer, *cutter*, penggaris, dan kertas label.

Pengambilan sampel

Sampel berupa umbi wortel yang telah dipanen dengan ketentuan umur panen dan ukuran seragam.

Perlakuan

Wortel dipaparkan di bawah sinar matahari dengan jenis penutup (P) masing-masing tanpa penutup (P0), penutup *polypropylene* (P1) dan aluminium foil (P2) serta lama paparan (T) masing-masing 0 jam (T0), 3 jam (T1) dan 6 jam (T2).

Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu jenis penutup (P) dengan P0 (tanpa penutup), P1 (*polypropylene*) dan P2 (aluminium foil). Faktor kedua yaitu lama paparan (T) dengan T0 (0 jam), T1 (3 jam) dan T2 (6 jam). Masing-masing dengan 3 pengulangan.

Parameter Penelitian

Susut bobot

Wortel ditimbang untuk setiap perlakuan sebagai bobot awal dan setelah dipaparkan ditimbang sebagai bobot akhir wortel. Susut bobot dinyatakan dalam persen (%). Persentase susut bobot wortel dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Susut bobot} = \frac{\text{bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{bobot awal}} \times 100\%$$

Kandungan karotenoid wortel

Kandungan karotenoid diukur dengan metode spektrofotometri (Henry and Grime, 1993). Sampel wortel sebanyak 0,1 g digerus dalam mortar sampai halus ditambahkan 10 ml aseton 80% dan diaduk hingga karotenoid larut kemudian larutan disaring dengan kertas saring. Filtrat yang didapat dipindahkan dalam tabung cuvet dan diletakkan pada spektrofotometer. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 480 nm, 645 nm, dan 663 nm. Kadar karotenoid didapat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Karotenoid} = \frac{[A_{480} + (0,114 \times A_{663})] - 0,638 \times A_{645} \times V \times 10^3}{112,5 \times W}$$

Keterangan:

A₄₈₀ = absorbansi pada λ 480 nm

A₆₄₅ = absorbansi pada λ 645 nm

A₆₆₃ = absorbansi pada λ 663 nm

V = volume ekstrak (mL)

W = berat sampel (g)

Konversi : 1 μmol/L = 27, 25 mg/L

Kandungan vitamin A

Vitamin A diukur menggunakan metode spektrofotometri sinar tampak dari Slamet dkk. (1990). Vitamin A diukur sebagai β-karoten kemudian dikonversi ke vitamin A. Wortel yang telah dihaluskan diambil 1 gram, ditambah dengan 10 ml aseton-heksan (3:7), kemudian direfluks selama 1 jam. Ekstrak disaring dan diencerkan menjadi 50 ml dengan 9% aseton

dalam heksan. Filtrat sebanyak 3 ml ditambah 2 ml trifluoroasetat dalam kloroform (2:1). Larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 450 nm. Standard β -karoten dibuat dengan konsentrasi 3, 6, 9, 12, dan 15 μg β -karoten per ml. Dibuat kurva standard β -karoten sehingga diperoleh garis regresi hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi.

Parameter lingkungan seperti intensitas cahaya, temperatur udara, dan kelembaban diukur ketika pengamatan.

Analisis Data

Data susut bobot, kandungan karotenoid dan vitamin A wortel yang diperoleh dianalisis dengan *Analysis of Variance* (Anova), jika terdapat beda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95% (Hanafiah, 2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Susut Bobot

Sinar matahari mengandung panas yang dapat menyebabkan penguapan (transpirasi) air dari dalam wortel ke udara. Hilangnya kandungan air ini akan menyebabkan susut bobot pada wortel. Santoso (2007) menyebutkan susut bobot diartikan sebagai kehilangan air dari dalam produk pascapanen akibat proses respirasi

dan transpirasi pada produk tersebut. Kecepatan hilangnya air dari dalam jaringan ditentukan pula oleh keadaan lingkungan sekitar. Tabel 1 menunjukkan kondisi lingkungan ketika pengamatan.

Tabel 1 Data intensitas cahaya, temperatur udara dan kelembaban relatif ketika pengamatan

Waktu Pengamatan	Parameter		
	Intensitas cahaya (lux)	Temperatur udara ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembaban relatif (%)
09.00 WIB	67.100	34	45
12.00 WIB	110.000	40	33
15.00 WIB	90.100	37	39

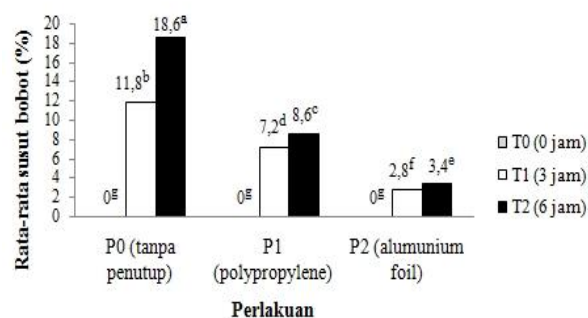
Berdasarkan tabel di atas temperatur berkorelasi dengan penangkapan cahaya (intensitas). Intensitas cahaya yang tinggi meningkatkan temperatur lingkungan, diikuti dengan penurunan kelembaban relatif udara. Tekanan uap air udara lebih rendah dibandingkan dengan tekanan uap air di dalam wortel yang memudahkan uap air di dalam wortel berdifusi ke udara. Menurut Ben-Yehoshua (1987) transpirasi merupakan perpindahan massa uap air dari permukaan organ tanaman ke udara karena perbedaan tekanan uap di dalam jaringan dan udara luar serta ditentukan pula oleh kelembaban relatif, temperatur lingkungan dan di dalam organ tanaman itu sendiri.

Hilangnya air yang terkandung dalam wortel tidak hanya sebagai akibat penguapan, tetapi juga disebabkan oleh respirasi di dalam sel-sel wortel karena oksigen di lingkungan. Menurut Siagian (2009) respirasi merupakan proses biologis dimana oksigen diserap untuk membakar bahan-bahan organik untuk menghasilkan energi, diikuti oleh pengeluaran sisa pembakaran berupa gas karbondioksida dan air.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa jenis penutup dan lama paparan sinar matahari berpengaruh terhadap susut bobot wortel serta terdapat interaksi antara keduanya. Rata-rata susut bobot tertinggi terjadi pada wortel tanpa penutup dan dipaparkan selama 6 jam (P0T2). Wortel yang tidak dipaparkan (T0) tidak mengalami susut bobot (0%). Berdasarkan uji lanjut Duncan, jenis penutup dan lama paparan menunjukkan adanya perbedaan yang nyata, berarti jenis penutup dan lama pemaparan menyebabkan susut bobot wortel, tetapi dengan penutup aluminium foil susut bobot dapat ditekan yaitu pada perlakuan P2T1 dengan susut bobot 2,8% dan P2T2 sebesar 3,4% (Gambar 1).

Penggunaan penutup (P) dapat mengurangi susut bobot wortel. Penutup aluminium foil (P2) dapat mengurangi susut bobot lebih banyak dibandingkan penutup

polypropylene (P1) karena aluminium foil bersifat tidak tembus cahaya/sinar.



Gambar 1 Histogram rata-rata susut bobot (%) wortel setelah dipaparkan di bawah sinar matahari dengan jenis penutup dan lama paparan yang berbeda

Hasanudin (2012) menyebutkan aluminium foil merupakan bahan yang baik dalam memantulkan sinar. *Polypropylene* yang digunakan adalah dalam bentuk anyaman dan masih dapat ditembus oleh sinar matahari karena terdapat pori yang terdapat di sela-sela anyaman. Wortel yang terpapar langsung oleh sinar matahari akan lebih cepat menguap dan mengalami susut bobot yang paling banyak.

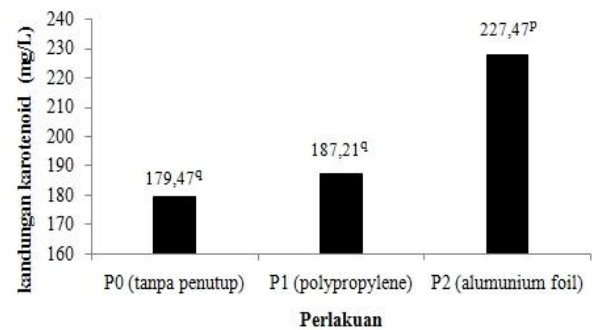
Lama pemaparan mempengaruhi banyaknya uap air yang keluar dari dalam jaringan wortel. Semakin lama pemaparan maka semakin banyak air yang diuapkan, sehingga semakin banyak pula penyusutan bobot. Wortel yang tidak dipaparkan tidak mengalami susut bobot.

Kandungan Karotenoid

Status nutrisi produk pascapanen adalah faktor penting yang berpengaruh terhadap mutu produk tersebut. Karotenoid merupakan salah satu nutrisi penting wortel karena terdapat β -karoten sebagai prekursor vitamin A yang dikonversi oleh tubuh serta beberapa komponen sebagai anti radikal bebas.

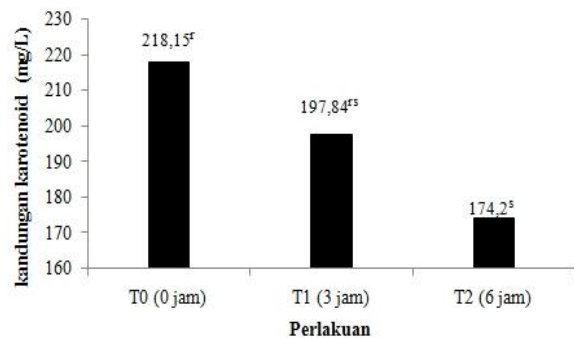
Hasil analisis statistik kandungan karotenoid wortel menunjukkan bahwa jenis penutup dan lama paparan berpengaruh terhadap kandungan karotenoid wortel ($p < 0,05$) dan berdasarkan uji lanjut Duncan terdapat perbedaan yang nyata, tetapi interaksi antara jenis penutup dengan lama paparan tidak berpengaruh terhadap kandungan karotenoid wortel ($p > 0,05$). Pengaruh jenis penutup terhadap rata-rata kandungan karotenoid wortel disajikan dalam Gambar 2.

Rata-rata kandungan karotenoid tertinggi yaitu pada wortel yang ditutup dengan penutup aluminium foil (P2) sebesar 227,4 mg/L dan wortel yang tidak diberi penutup (P0) ketika dipaparkan di bawah sinar matahari mempunyai kandungan karotenoid terendah yaitu 179,47 mg/L.



Gambar 2 Histogram rata-rata kandungan karotenoid wortel setelah dipaparkan di bawah sinar matahari dengan jenis penutup yang berbeda.

Gambar 3 menunjukkan pengaruh lama paparan sinar matahari terhadap rata-rata kandungan karotenoid wortel.



Gambar 3 Histogram rata-rata kandungan karotenoid wortel setelah dipaparkan di bawah sinar matahari dengan lama paparan yang berbeda.

Wortel yang tidak dipaparkan di bawah sinar matahari (T0) mempunyai kandungan karotenoid tertinggi (218,15 mg/L) dan semakin lama paparan maka kandungan

karotenoid semakin rendah. Kandungan karotenoid terendah pada wortel yang dipaparkan selama 6 jam (T2) yaitu 174,20 mg/L.

Karotenoid merupakan kelompok pigmen yang dimiliki tanaman yang aktifitasnya dipengaruhi oleh sinar, termasuk sinar matahari, seperti yang dijelaskan oleh Goodwin (1976) bahwa karotenoid terutama peka terhadap sinar yakni sinar UV, panas dan oksigen. Ikatan rangkap pada rantai hidrokarbon sebagian besar karotenoid berada dalam bentuk *trans* dan dapat berubah menjadi bentuk *cis* antara lain karena panas ataupun sinar.

Penggunaan penutup dapat mengurangi kerusakan karotenoid wortel karena menghindarkan paparan sinar matahari dan oksigen yang lebih banyak. Hal ini ditunjukkan oleh wortel yang diberi penutup aluminium foil rata-rata kandungan karotenoidnya lebih tinggi. Alasan utama kehilangan karotenoid pada sayuran adalah karena oksidasi struktur tidak jenuh karotenoid. Oksidasi yang muncul antara lain autooksidasi, reaksi ini muncul secara spontan karena keberadaan oksigen. Selain itu, kehilangan karotenoid juga dapat disebabkan oleh fotooksidasi yang terjadi karena adanya cahaya (Macdougall, 2003). Aluminium foil adalah bahan penghantar panas dan bersifat memantulkan cahaya, sehingga mampu melindungi bahan yang

diselubungi. Suyitno (1990) mengatakan bahwa aluminium foil memiliki sifat-sifat yaitu tidak terpengaruh sinar matahari, tidak dapat terbakar, tidak bersifat menyerap bahan atau zat lain, tidak menunjukkan perubahan ukuran.

Penggunaan penutup *polypropylene* kurang mampu mempertahankan kandungan karotenoid wortel karena rata-rata kandungan karotenoid wortel lebih rendah dibandingkan dengan wortel yang diberi penutup aluminium foil. Hal ini disebabkan masih terdapat celah kecil di sela-sela anyaman *polypropylene* yang memungkinkan sinar matahari mengenai wortel. Wortel mempunyai struktur yang kompak, tetapi kulitnya tidak merupakan pelindung yang baik, sehingga kulit wortel kurang cukup mencegah kerusakan-kerusakan terhadap jaringan di dalamnya.

Kerusakan karotenoid wortel juga dipengaruhi oleh lama paparan sinar matahari karena semakin lama waktu pemaparan, semakin tinggi pula intensitas sinar matahari yang diterima. Intensitas tertinggi yaitu pada pukul 12.00 sebesar 110.000 lux dimana wortel telah terpapar selama 3 jam. Waktu tersebut juga merupakan radiasi sinar UV terkuat. Anonim. (2013) menyebutkan bahwa biasanya radiasi UV terkuat terjadi antara pukul 10.00 dan 16.00, sehingga selama waktu tersebut diperlukan perlindungan yang

lebih kuat. Wortel yang dipaparkan selama 6 jam juga menunjukkan bahwa wortel tersebut masih terpapar sinar matahari dengan intensitas tinggi dan radiasi terkuat. Sajilata and Singhal (2006) serta Gross (1991) menjelaskan bahwa degradasi pigmen terjadi akibat terpapar pada sinar dengan intensitas tinggi dan dalam waktu yang cukup lama.

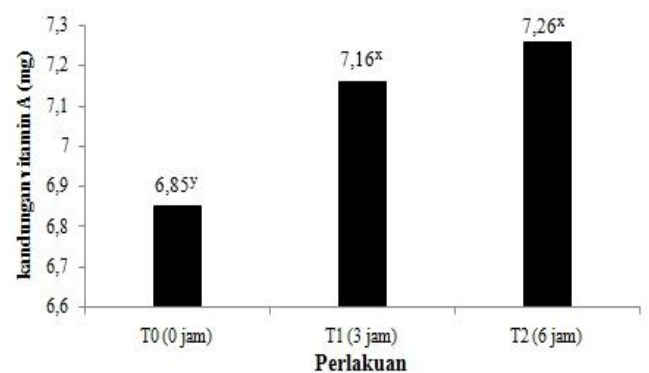
Faktor penyebab kerusakan karotenoid wortel lainnya adalah hilangnya air di dalam jaringan. Wortel yang lebih lama terpapar sinar matahari akan kehilangan air lebih banyak. Andarwulan dan Koswara (1992) berpendapat bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi biosintesis dan degradasi karotenoid adalah air. Karotenoid akan dengan cepat dioksidasi pada produk yang kering atau mengalami dehidrasi, karena air yang terikat di dalam permukaan produk membentuk lapisan pelindung yang akan menghalangi masuknya faktor-faktor perusak karotenoid.

Kandungan Vitamin A

Vitamin A dalam produk pangan merupakan konversi nilai β -karoten yang terkandung di dalamnya. β -karoten merupakan salah satu bagian karotenoid selain xantofil dan lutein.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa jenis penutup tidak berpengaruh

terhadap vitamin A wortel ($p>0,05$), sedangkan lama paparan berpengaruh terhadap kandungan vitamin A wortel ($p<0,05$) terlihat pada Gambar 4. Berdasarkan uji lanjut Duncan lama paparan berbeda nyata terhadap kandungan vitamin A wortel. Berdasarkan hasil analisis statistik, interaksi antara jenis penutup dan lama paparan sinar matahari tidak berpengaruh terhadap kandungan vitamin A wortel ($p>0,05$).



Gambar 4 Histogram rata-rata kandungan vitamin A wortel setelah dipaparkan di bawah sinar matahari dengan lama paparan yang berbeda.

Meskipun kandungan karotenoid rendah, tetapi kandungan β -karoten masih terjaga meskipun telah dipaparkan di bawah sinar matahari dengan jenis penutup yang berbeda. Hal ini disebabkan karena β -karoten lebih stabil dibandingkan dengan karotenoid. Goodwin (1976) menerangkan bahwa karotenoid merupakan pigmen yang

paling tidak stabil dibandingkan dengan golongan pigmen lainnya. Kusumaningtyas (2009) menambahkan bahwa senyawa β -karoten bersifat lebih stabil dari pada senyawa karotenoid lainnya. Berkenaan dengan sifat tersebut, maka penggunaan penutup yang berbeda selama wortel dipaparkan di bawah sinar matahari tidak mempengaruhi kandungan vitamin A wortel.

Pengaruh lama paparan sinar matahari terhadap kandungan vitamin A wortel berkaitan dengan susut bobot pada wortel, karena wortel yang dipaparkan selama 6 jam (T2) mengalami susut bobot lebih banyak, sehingga mempunyai kandungan vitamin A yang lebih tinggi pula. Pengukuran vitamin A wortel dilakukan pada ukuran berat sampel yang sama, sehingga wortel dengan kandungan air yang lebih sedikit mengandung senyawa terekstraksi yang lebih banyak. Sulisty (2009) menyatakan bahwa hilangnya air dari dalam jaringan akibat penguapan menyebabkan akumulasi senyawa yang tidak larut semakin tinggi. Begitu pula vitamin A yang terekstrak dari wortel yang telah banyak kehilangan air.

KESIMPULAN

Jenis penutup dan lama paparan sinar matahari berpengaruh terhadap susut bobot, performan, kandungan karotenoid total dan vitamin A wortel. Susut bobot dan kerusakan karotenoid dapat ditekan serta performa

dapat dipertahankan pada wortel yang ditutup dengan aluminium foil dan tidak dipaparkan di bawah sinar matahari.

Model penutup yang tidak dapat ditembus oleh sinar matahari perlu digunakan untuk menghindarkan wortel dari kerusakan. Selain itu, wortel setelah dipanen sebaiknya tidak dipaparkan di bawah sinar matahari lebih dari 6 jam agar kerusakan pada wortel tidak semakin banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Andarwulan, N. dan Koswara, S. 1992. *Kimia Vitamin*. Penerbit CV Rajawali. Jakarta.
- Anonim. 2013. *UV Strength*. <http://www.uvawareness.com/uv-info/uv-strength.php> . 2013. Diakses pada 15 Mei 2013.
- Asgar, A., Musaddad, D., 2006. *Optimalisasi Cara, Suhu dan Lama Blansing sebelum Pengeringan pada Wortel*. Journal. J. Hart, Vol. 16. No. 3.
- Ben- Yehoshua, S. 1987. *Transpiration, Water Stress, and Gas Exchange. Postharvest Physiology of Vegetables*. Journal. Dekker, New York. p. 113–170.
- Dalimartha, S. 2001. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia Jilid 3*. Perpustakaan Nasional RI. Jakarta.
- Goodwin, T.W. 1976. *Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments II Second Ed*. Academic Press. New York, San Fransisco.
- Gross, J. 1991. *Pigment in Vegetables (Chlorophylls and Carotenoids)*. Van Norstran Reinhold. New York.
- Hamilton, R.J., Kalu, C., Prisk, E., Padley, F.B., and Pierce, H., 1997, *Chemistry of Free Radicals in Lipids*. Journal. Food Chemistry, 60 (2).

- Hanafiah, K. A. 2000. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hasanudin, A. 2012. *Teknologi Pangan*. Universitas Udayana. Bali.
- Henry, G. A.F. and J. P. Grime. 1993. *Methods on Comparative Plant Ecology, A Laboratory Manual*. Chapman and Hill. London.
- Hollósy, F., 2002. *Effects of Ultraviolet Radiation On Plant Cells*. Journal. Micron, 33: 179-197.
- Kusumaningtyas, R.S. 2009. *Potensi Pemanfaatan Limbah Janjang Kosong Kelapa Sawit sebagai Sumber Karotenoid*. Program Pascasarjana Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana.
- Pfündel, 1992. Pfündel, E. E, Pan R. S, Dilley R. A. 1992. *Inhibition of Violaxanthin Deepoxidation by Ultraviolet-B Radiation In Isolated Chloroplasts and Intact Leaves*. Journal. Plant Physiol 98:1372-1380.
- Sajilata and Singhal. 2006. *Isolation and Stabilisation of Natural Pigments for Food Application*. Stewart Postharvest Review. 5-11.
- Santoso, B. 2007. *Fisiologi dan Biokimia Pada Komoditi Panenan Hortikultura*. Universitas Mataram. Mataram.
- Siagian, H.F. 2009. *Penggunaan Bahan Penjerat Etilen Pada Penyimpanan Pisang Barangan dengan Kemasan Atmosfer Termodifikasi Aktif*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Slamet, D.S., M.K. Mahmud, Muhilal, D. Fardiaz, dan Simarmata. 1990. *Pedoman Analisis Zat Gizi*. Departemen Kesehatan RI, Dirjen Bina Gizi Masyarakat. Jakarta.
- Suyitno. 1990. *Bahan-bahan Pengemas*. UGM Press. Yogyakarta.